

Optimierung eines Hydrozyklones

Maschinentechnik / Betreuer: Lukas Moser

Experte: Dr. Tobias Kockel

Für das Projekt greenCarb werden seit einigen Jahren an der Berner Fachhochschule Anlagen entwickelt, welche Biomasse mittels hydrothormaler Karbonisation (HTC) oder Pyrolyse in Kohle umwandeln. Als Produkt aus dem HTC-Reaktor entsteht ein Kohleschlamm. Nach einer Filterung, die das Grobgut abtrennt, erhält man eine Suspension aus Wasser und feinsten Kohlepartikeln. Um diese Partikel abzuscheiden wurde eine Versuchsanlage mit einem Hydrozyklon gebaut. Die Abscheideleistung dieser soll mittels Simulationen verbessert werden.

Der Hydrozyklon gehört zu den Fliehkraftabscheidern und wird industriell eingesetzt um Feststoffpartikel aus Suspensionen abzuscheiden. Durch den tangentialen Einlauf wird das Aufgabegut in einem abwärtsgerichteten Wirbel in den konischen Teil geleitet. In der Verengung des Querschnitts wird Fluid nach innen verdrängt wo sich ein zweiter, aufwärtsgerichteter Wirbel bildet, der durch den Oberlauf austritt. Durch die in den Wirbeln auftretenden Fliehkkräfte bewegen sich Partikel zur Zyklonwand und werden durch den Unterlauf ausgetragen. Die Geometrie und Betriebsparameter wie Druckabfall oder Volumenstrom beeinflussen dabei Kennwerte wie die Grösse der kleinsten abgeschiedenen Partikel und die Massenverteilung.

Die aus dem HTC-Verfahren entstehende Suspension wurde bisher entweder direkt der Kanalisation zugeführt oder noch gelagert. Mit Hilfe eines Hydrozyklons soll der Anteil an Feststoff im Wasser erhöht werden, um eine Trocknung rentabel zu machen.

Die Geometrie des Versuchszyklones wurde mit empirisch ermittelten Formeln aus der Literatur ausgelegt. Eine erste Versuchsreihe zeigte, dass die Feststoffkonzentration am Unterlauf nur unwesentlich über der Aufgabe-

suspension liegt. Um aufwändige Umbauten und Versuchsreihen zu vermeiden, soll der Trennvorgang durch numerische Strömungssimulation (CFD) simuliert und optimiert werden.

Die Strömungszustände in einem Zyklon sind sehr komplex und instationär, um dies korrekt abzubilden wird mit Turbulenzmodellen höherer Ordnung (LES) in Zeitschritten simuliert. Der Rechenaufwand und die Berechnungszeit werden dadurch sehr gross. Die Strömungen reagieren sehr sensibel auf Veränderungen der Randbedingungen, genaue Ergebnisse sind nur mit genauen Vorgaben erreichbar.

Um die Ergebnisse mit Messungen überprüfen zu können, wurden mit einer Probesuspension Versuchsreihen durchgeführt an denen die Betriebsparameter und

Partikelverteilungen ermittelt wurden. Die Drücke und Volumenströme der kontinuierlichen Phase konnten validiert werden. Der Abscheidvorgang der Partikel und die Grössenverteilungen werden vom angewendeten Diskretphasenmodell aber nicht korrekt dargestellt.

Durch die Erfahrungen aus den Simulationen und dem Vergleich mit Mess- und Literaturdaten wurde die gesamte Anlage überarbeitet. Änderungen an den Armaturen führten bereits mit der bestehenden Anlage zu erheblichen Verbesserungen. Mit den gemachten Konstruktionsverschlängen zur Optimierung der Geometrie wird ein zweites Funktionsmuster hergestellt. Dieses soll zusammen mit einer neuen Pumpe die einen grösseren Einsatzbereich ermöglicht als Grundlage für weitere Optimierungen dienen.

Nils Trachsel

